Tijdschrift van het
Nederlands Radiogenootschap

DEEL 27 No. 4 1962

Elektronische correlatoren voor lage frequenties en enkele toepassingen

door P. M. E. M. van der Grinten *)

Voordracht gehouden voor het Nederlands Radiogenootschap op 17 april 1962.

Summary

Following a brief discussion of some specific applications of correlation functions in the field of measuring and control, the paper deals with the principles and construction of a number of electronic correlators for very low frequencies.

In this connection an outline is given of a tape-recorder method for accurate discontinuous measurements.

Uses of orthogonal and non-orthogonal filter procedures are elaborated for continuous measurements and allied control.

1. Inleiding

Correlatiemethodieken worden reeds lange tijd toegepast in de communicatietechniek en bij elektronische afstand- en richtingsdetectoren, met als algemene doelstelling de verbetering van de signaal-ruisverhouding. Door van Schooneveld zijn hieraan reeds beschouwingen gewijd in dit blad [1]) en een boek van Lange [2]) geeft een beschrijving van een aantal correlatoren die op deze toepassingen gericht zijn.

Het gebruik van correlatiemethoden in de meet- en regeltechniek is van recentere datum en is nog grotendeels in het laboratoriumstadium.

*) Centraal Laboratorium, Staatsmijnen in Limburg, Geleen.

Bij een servo-volgsysteem kan men nog wel spreken van „signaal" en „ruis", doch de regeltechniek in de procesindustrieën is hoofdzakelijk gericht op het constant houden van de procescondities zodat het signaalbegrip enigszins triviaal wordt (programmaregelaars eventueel uitgezonderd). De achtergrond van de toepassing is echter gelegen in het stochastisch karakter van vele variabelen en ook van de proceseigenschappen. Een statistische benadering kan hier leiden tot een nieuwe meettechniek voor de variabelen en de proceseigenschappen en tot een aangepaste optimale regeling. Daar deze metingen gedaan kunnen worden aan een in normaal bedrijf zijnd proces, bestaat de mogelijkheid de regeling voortdurend aan te passen aan optredende veranderingen waardoor langzame verlopen (slijtage, seizoenswisselingen etc.) automatisch gecompenseerd kunnen worden.

Een ander verschil met de correlatiemethoden uit de communicatietechniek is het frequentiegebied dat van belang is. De gebruikte frequentieband ligt tussen 0,001 Hz en 1 Hz, soms nog daaronder, hetgeen speciale technieken vereist.

2. Correlatiefuncties

Wanneer men wil achterhalen in hoeverre twee variabele grootheden verband met elkaar hebben, kan men van de variabele delen van deze signalen, dus na aftrek van het gemiddelde, de correlatiecoëfficiënt ϱ bepalen:

$$\varrho = \frac{E^t\,[x\,(t)\,.\,y\,(t)]}{\sqrt{\overline{x^2\,(t)}\,.\,\overline{y^2\,(t)}}} \tag{1}$$

Hierin is E^t de mathematische verwachting, het gemiddelde, van het produkt $x\,(t)\,.\,y\,(t)$. In deze genormeerde vorm moet ϱ liggen tussen $+1$ en -1.

Het is echter mogelijk dat $x\,(t)$ schijnbaar geen correlatie vertoont met $y\,(t)$ (dus $\varrho = 0$) doch dat de veranderingen van $x\,(t)$ pas na enige tijd doorwerken in $y\,(t)$. In dat geval is het nuttig om het $x\,(t)$ signaal enige tijd te vertragen alvorens de correlatie uit te voeren. Aldus ontstaat de kruiscorrelatiefunctie die meestal niet genormeerd wordt: *)

$$\emptyset_{xy}\,(\tau) = E^t\,[x\,(t-\tau)\,.\,y\,(t)] \tag{2}$$

*) Hierbij is aangenomen dat de signalen ergodisch en stationair zijn[3]).

Evenzo bestaat er een auto-correlatiefunctie:

$$\o_{xx}(\tau) = E^t [x(t-\tau) \, . \, x(t)] \qquad (3)$$

Van deze functies zijn een groot aantal eigenschappen en toepassingen bekend, ook voor de regeltechniek[3]), doch er zal slechts op twee daarvan worden ingegaan.

1. De Fourier-transformatie van de auto-correlatiefunctie $\o_{xx}(\tau)$ levert het energiespectrum van het $x(t)$ signaal. Deze „frequentie-inhoud" van een signaal kan een belangrijk gegeven zijn bij de beoordeling van regelingen (detecteren van verborgen oscillaties, slechte regelgebieden) en tezamen met de frequentie-overdrachtsfunctie van het proces kan dit gegeven gebruikt worden voor het ontwerp van een optimale regelkring.
2. De overdrachtsfunctie van een lineair proces, met ingang x en uitgang y, kan bepaald worden door evaluatie van $\o_{xx}(\tau)$ en $\o_{xy}(\tau)$. Men kan namelijk bewijzen dat het proces onder bepaalde voorwaarden geheel is vastgelegd door de eis dat een golfvorm gelijk aan $\o_{xx}(\tau)$ aangelegd op de ingang, als reactie op de uitgang $\o_{xy}(\tau)$ moet opleveren. Door de lineariteit van het proces is nu de reactie op elk ingangssignaal bekend. Daar $\o_{xy}(\tau)$ selectief gemeten wordt, d.w.z. de invloed van andere ingangssignalen dan $x(t)$ op $y(t)$ wordt geëlimineerd, is deze methode vooral geschikt voor het gelijktijdig selectief doormeten van een aantal kanalen van een multi-variabel proces, tijdens het ongestoorde volle bedrijf. De aldus verkregen frequentie-overdrachten kunnen, behalve tot optimale regelingen in de zin van punt 1., ook leiden tot de berekening van de partiële statische versterkingen door extrapolatie naar $\omega = 0$.

   Hierop kan dan een automatische optimalisering aansluiten[4]).

3. **Discontinue bepaling van correlatiefuncties**

Uitgaande van de formule (2) kan een correlatiefunctie worden bepaald met behulp van een vertrager voor τ seconden, een vermenigvuldiger en een „middelaar" of integrator.

Vermenigvuldigen behoeft niet nauwkeurig te geschieden daar het resultaat toch gemiddeld wordt. Een kwantisering van de signalen $x(t)$ en $y(t)$ (in fig. 1) is toegestaan binnen zekere grenzen. Indien de amplitudeverdeling van de signalen bekend

is en vooral ook de waarde van het gemiddelde, kan men zelfs kwantiseren in twee niveaus[5]), $+1$ en -1, hetgeen tot een eenvoudige relaisvermenigvuldiger leidt. De uitkomst moet nu echter gecorrigeerd worden n.a.v. de amplitudeverdeling. Als deze niet bekend is dan kan de vermenigvuldiging door het gebruik van een lineaire pulsduurmodulatie toch op een relaisbewerking worden teruggebracht. Zo kan men de vermenigvuldiger van fig. 2 als regel gebruiken zonder externe modulatiespanning, doch bij niet-normale amplitudeverdelingen dient men met een lineaire zaagtand of een ander signaal van voldoende hoge frequentie en een rechthoekige amplitudeverdelingsdichtheid (b.v. ruis[5]) te moduleren.

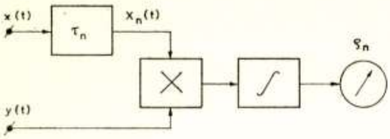


Fig. 1
Algemeen schema voor de bepaling van de kruiscorrelatiefunctie $\emptyset_{xy}(\tau)$

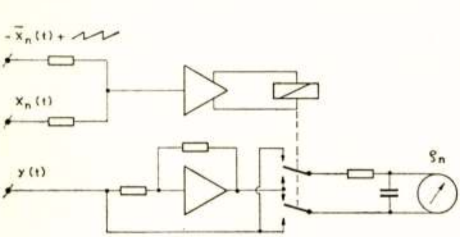


Fig. 2
Vermenigvuldiger voor de correlatie van niet-normaal verdeelde signalen.

Middelen kan geschieden met een Miller-integrator, een *RC*-netwerk of, indien frequentie-gemoduleerde signalen worden toegepast, met een teller. De tijd T waarover wordt geïntegreerd bepaalt de te verwachten statistische fout (evenredig met $T^{-\frac{1}{2}}$).

Vertragen is voor deze lage frequenties en lange vertragingstijden (vele minuten) de moeilijkste opgave. Men kan natuurlijk gebruik maken van het geheugen van een universele digitale rekenmachine die dan de overige bewerkingen tevens kan verrichten, inclusief een eventuele Fourier-transformatie. Hier zal echter worden ingegaan op het gebruik van een speciale correlator met een magnetische band of ponsband als geheugen. Daar de gegevens bij het uitlezen na τ seconden niet worden vernietigd, kan men deze banden telkens voor een andere τ gebruiken zodat een enkelvoudige apparatuur gebruikt kan worden. De gegevens komen dan echter discontinu en pas na enige tijd ter beschikking.

Een bandrecorder-apparatuur volgens deze richtlijnen geconstrueerd is in blokschema weergegeven in fig. 3.

De opnamerecorder heeft een bandsnelheid van 4 *mm/sec* en kan gedurende maximaal 12 uur 4 signalen registreren in een frequentie-gemoduleerde vorm. De hierbij gebruikte spanningfrequentie-omzetters bestaan in principe uit een spoel met ijzerkern waarop de signaalspanning wordt aangesloten totdat verzadiging

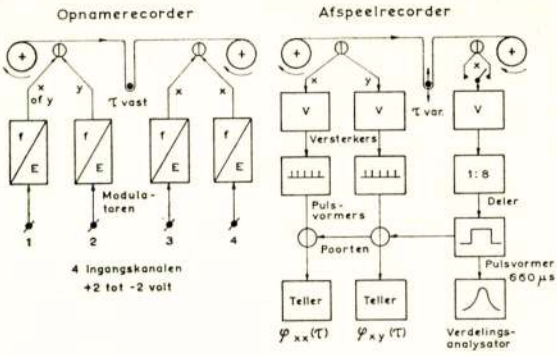


Fig. 3
Blokschema van de bandrecorderapparatuur.

optreedt. Dan wordt de spanning omgepoold totdat in de andere richting verzadiging optreedt etc.: de optredende blokgolf zal een frequentie hebben evenredig met de gebruikte spanning en kan worden gebruikt om de eenzijdig vóórgemagnetiseerde band periodiek om te polen. De periode bedraagt 1/40 – 1/2 sec, zodat de maximale frequenties van de x- en y-signalen ca. 1 Hz mogen bedragen.

De afspeelrecorder heeft een 100x hogere snelheid. De bandafstand τ tussen de afspeelkoppen is instelbaar tussen 4 mm en 4 m of nog meer, d.i. 1 sec en 1000 sec. De wisselspanningen die door de recorderkoppen worden geleverd, 200-4000 Hz, worden gevoerd door versterkers met aan de koppen aangepaste karakteristieken, begrenzers en pulsvormers om aldus geschikt te zijn voor verdere digitale verwerking.

Het correleren zelf geschiedt door de pulstrein met pulsfrequentie f_x in een ritme evenredig met f_y via een poort de teller te laten bereiken. Door de band bij diverse τ-instellingen opnieuw af te draaien verkrijgt men een aantal punten van $\varnothing_{xy}(\tau)$ en tegelijkertijd eventueel van $\varnothing_{xx}(\tau)$. Desgewenst kan ook de verdelingsfunctie van het x- of y-signaal bepaald worden, doordat van de pulsfrequentie f_x of f_y het aantal pulsen wordt bepaald dat een frequentie lager dan f_{x1} resp. f_{y1} bezit, waarbij x_1 en y_1 dan instelbaar zijn. Het apparaat is geheel met transistoren uitgevoerd.

De *nauwkeurigheid* van het apparaat wordt bepaald door de constantheid van de aandrijfmotoren (1,5 ‰), de poorttijd (660 $\mu s \pm 1\ \mu s$) en het eventueel genereren van extra pulsen (1:10.000).

De statistische fout is als regel groter dan de apparatieve fouten en wordt bepaald door de stationariteit en andere eigenschappen van de signalen en de opnameduur. Naar aanleiding van de beschrijving van een soortgelijke installatie, echter bedoeld voor hogere frequenties en zonder de hier beschreven digitale verwerking, geeft Balchen[6]) een berekeningswijze voor de grootte van deze statistische fouten.

De *toepassing* van het beschreven apparaat is vooral gericht op de analyse van verschijnselen waarvan nog zeer weinig bekend is, waar een goede nauwkeurigheid vereist wordt of waar het storingsniveau hoog is. Fig. 4 en fig. 5 geven voorbeelden hiervan en wel de detectie van een verborgen periodieke component in ruis ($S/R = -9$ db) en de correlatie van één uitgangssignaal met twee ingangssignalen.

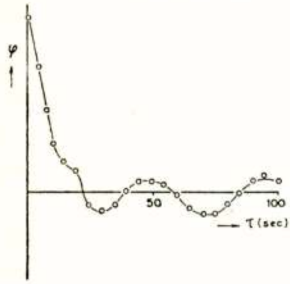


Fig. 4
Autocorrelatiefunctie van een sinus verborgen in ruis met $S/R = -9\,db$

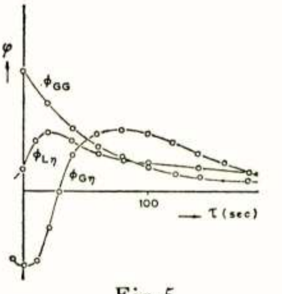


Fig. 5
Kruiscorrelatiefuncties van een uitgangssignaal η met 2 ingangssignalen: L en G

4. Continue bepaling van correlatiefuncties

Een continue bepaling van correlatiefuncties kan van belang zijn wanneer een regeling op deze meting zal aansluiten of indien men een niet-stationaire eigenschap van signalen of processen wil volgen. Men zou dit principieel kunnen verwezenlijken door de opstelling volgens fig. 1 voor een groot aantal τ-waarden tegelijk uit te voeren. Daar men echter bij deze problemen als regel slechts één bepaalde eigenschap van de signalen of processen wil meten en men voor de rest geen hoge eisen aan de nauw-

keurigheid stelt en bovendien reeds een indruk heeft van de te verwachten correlatiefuncties, kan men dikwijls met veel minder gegevens volstaan.

Indien de te meten eigenschap niet met een bepaalde τ-waarde verbonden is doch met een andere functie van de correlatiefunctie, kan men in plaats van de vertraging ook een andere operator denken. Men vervangt dus de vertragingsoperator met pulsresponsie $\delta(t - \tau_n)$ door een andere b.v. met pulsreponsie $\Psi_n(\tau)$. Het signaal $X_n(t)$ dat met $y(t)$ gecorreleerd wordt is nu niet $x(t - \tau_n)$ doch:

$$X_n(t) = \int_0^\infty \Psi_n(\tau)\, x(t - \tau)\, d\tau \tag{4}$$

We vinden als correlatiecoëfficiënt ϱ_n voor dit geval:

$$\varrho_n = E^t \left[y(t) \cdot \int_0^\infty \Psi_n(\tau) \cdot x(t - \tau)\, d\tau\right]$$

$$\varrho_n = \int_0^\infty \Psi_n(\tau) \cdot \o_{xy}(\tau)\, d\tau \tag{5}$$

De correlatiefunctie $\o_{xy}(\tau)$ wordt dus voor elke waarde van τ vermenigvuldigd met een zeker gewicht dat nog is in te stellen door de keuze van $\Psi_n(\tau)$. Door deze keuze kan men trachten de gezochte eigenschap van $\o_{xy}(\tau)$ met zo weinig mogelijk waarden van ϱ_n vast te leggen.

Een *voorbeeld* hiervan is de bepaling van het oppervlak van $\o_{xy}(\tau)$, dat in bepaalde gevallen een maat is voor de statische versterking van het betreffende proceskanaal: een belangrijk gegeven voor optimaliserende regelingen. In formule (5) dient men dus te kiezen $\Psi_n(\tau) = 1$ voor die τ-waarden waarover men $\o_{xy}(\tau)$ wil integreren. Dit τ-gebied dient te worden beperkt om geen te grote statistische fouten te krijgen. In fig. 6 is een schema voor de constructie van een dergelijk „filter" $\Psi_n(\tau)$ gegeven, gebaseerd op het gebruik van ponsbandsysteem; de waarden van $x(t)$ worden voor N achtereenvolgende tijdstippen $\Delta t = \tau$ opgeteld waardoor de

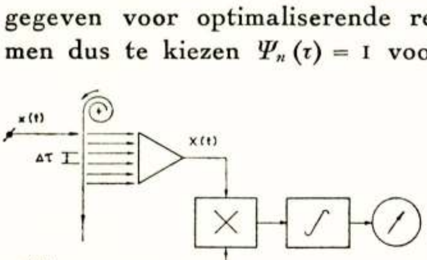


Fig. 6
Schema voor de bepaling van
$$\int_0^{n\Delta\tau} \o_{xy}(\tau)\, d\tau$$
m.b.v. een ponsbandapparatuur

integratie dus beperkt wordt tot het gebied $0 < t < N . \Delta \tau$

Een algemenere keuze van de filters $\Psi_n(\tau)$ zal nu besproken worden aan de hand van twee uitvoeringen.

Laguerre-filters, reeds door Lee [7]) in 1932 beschreven, geven pulsresponsies $\Psi_n(\tau)$ die orthonormaal zijn. Dat heeft tot gevolg dat de correlatiefunctie eenvoudig benaderd kan worden door:

$$\varnothing_{xy}(\tau) = \sum_{n=0}^{N} a_n \Psi_n(\tau) \tag{6}$$

waarin a_n niets anders is dan de gevonden ϱ_n. Dit blijkt indien men in (6) beide leden met $\Psi_m(\tau)$ vermenigvuldigt en naar τ integreert:

$$\int_0^\infty \varnothing_{xy}(\tau) \Psi_m(\tau) d\tau = \sum_{n=0}^{N} a_n \int_0^\infty \Psi_n(\tau) \Psi_m(\tau) d\tau \tag{7}$$

Het linkerlid is ϱ_n (vergelijking (5)) en de som rechts is a_n omdat blijkens de definitie van orthonormaliteit de integraal 0 is voor $n \neq m$ en 1 voor $n = m$.

Omdat de pulsresponsie van een dergelijk Laguerrefilter een nogal gecompliceerde uitdrukking levert wordt hier direct de eenvoudiger frequentie-overdracht gegeven:

$$\Psi_n(\omega) = \frac{1}{j\omega + a} \left(\frac{j\omega - a}{j\omega + a}\right)^n \tag{8}$$

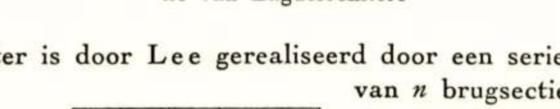


Fig. 7

Equivalentie van diverse circuits voor de constructie van Laguerrefilters

Dit filter is door Lee gerealiseerd door een serieschakeling van n brugsecties van LC-circuits (fig. 7) en afsluiting met $R = \sqrt{LC^{-1}}$ (z.g. fasedraaiers). Zelfinducties voor de betreffende a-waarden zijn lastig te realiseren doch een serieschakeling van RC-bruggen geeft het-

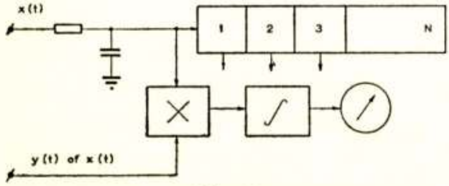


Fig. 8

Opbouw van de Laguerrecorrelator

zelfde effect mits deze door buffertrappen zijn gescheiden. Een eenvoudige variant hierop is weergegeven in fig. 7 en maakt gebruik van één operationele differentiaalversterker per sectie.

Een correlator met 10 van deze secties, voorafgegaan door een *RC*-lid, is gerealiseerd (fig. 8). Omdat (6) alleen een benadering van de correlatiefunctie geeft voor $\tau \geqslant 0$ dient men in fig. 8 de x en de y te verwisselen als men de waarden van $\tau < 0$ wil verkrijgen.



Fig. 9
Metingen van auto- en kruiscorrelatiefuncties met behulp van de Laguerre-correlator.
I, II en III autocorrelatiefuncties, IV kruiscorrelatiefunctie. De berekende krommen zijn gestippeld.

Blijkens enkele meetresultaten (fig. 9) is deze correlator voor continue metingen in een breedfrequentiegebied geschikt zonder verandering van de a.

RC-filters hebben een pulsresponsie:

$$\Psi_n(\tau) = \frac{1}{R_n C_n} e^{-\tau/R_n C_n} \quad (9)$$

Deze functies zijn niet orthonormaal (eventueel door parallelschakeling wel te orthonormaliseren) doch geven bij vele correlatiefuncties toch een snelle convergentie. In vergelijking (7) is de integraal niet 0 voor $n \neq m$ zodat a_n gevonden moet worden door het oplossen van N vergelijkingen met

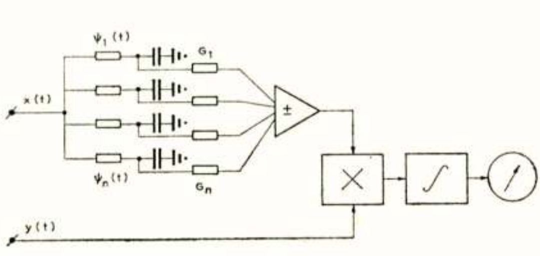


Fig. 10
Schema voor de bepaling van $\int_0^T \emptyset_{xy}(\tau)\, d\tau$ m.b.v. *RC*-filters

N onbekenden. Het is niet aantrekkelijk om dit voor elke meting te moeten doen, doch indien men weer slechts één eigenschap

van de correlatiefunctie onderzoekt kan men met éénmalige berekening volstaan.

Zo is voor de meting van het oppervlak van $\phi_{xy}(\tau)$ een filter geconstrueerd volgens het blokschema van fig. 10 waarbij de gewichten G_n éénmalig zijn te berekenen als de *RC*-combinaties eenmaal zijn gekozen. De vermenigvuldiger is van het type van fig. 2; de integrator is een *RC*-lid. Het geheel is aanmerkelijk eenvoudiger dan de ponsbandapparatuur van fig. 6, doch niet voor zeer lage frequenties geschikt.

LITERATUUR

1. C. van Schooneveld, Tijdschrift Ned. Radiogenootschap, juli '57.
2. F. H. Lange, „Korrelationselektronik" '59.
3. J. H. Laning, R. H. Battin, „Random processes in automatic control" '56.
4. P. M. E. M. van der Grinten, Proc. 3e congr. Eur. fed. chem. eng. London '62, p. E 20.
5. B. P. Th. Veltman, H. Kwakernaak, Regelungstechnik 9 p. 357 '61.
6. J. G. Balchen, E. Blandhol, Proc. 1e IFAC Congr. '60 II, p. 788.
7. Y. W. Lee, Journ. of Math. & Phys. p. 82 '32.

Manuscript ontvangen 1 juni 1962.

Elektronisch regelen van het treinvervoer op ondergrondse laadplaatsen

door J. Ph. Westerweel *)

Voordracht gehouden voor het Nederlands Radiogenootschap op 17 april 1962.

Summary

This article gives a description of a system for the automatic control of traffic movements at a pit-bottom.

A certain train can make its position and type known to a relay arrangement by means of a switchable, electronic transmitter mounted on the locomotive, and wire loops between the rails connected to selector receivers.

Red and green signal lights indicate in dependence on the relay arrangement whether the train can proceed or not.

1. Inleiding

Het horizontale vervoer op de verdiepingen van een moderne kolenmijn geschiedt d.m.v. treinen mijnwagens getrokken door een perslucht-, diesel-, of elektrische locomotief.**)

De laadplaatsen, gelegen in de onmiddellijke omgeving van de schacht, zijn te beschouwen als de begin- en eindstations voor het treinvervoer op een verdieping. Beginstation voor de lege wagens welke via de schacht van bovengronds worden aangevoerd en op de laadplaats tot treinen worden geformeerd om daarna, getrokken door een locomotief, naar het mijnveld te vertrekken. Eindstation voor de treinen met volle wagens, komende vanuit het mijnveld. De volle wagens worden op de laadplaats ontkoppeld en via de schacht d.m.v. een liftkooi naar boven vervoerd. De gang van zaken is hierbij zo, dat de volle wagens, welke de liftkooi opgestuurd worden, automatisch de lege wagens, welke zich reeds op de kooi bevinden, er af duwen. De schacht heeft aldus op de laadplaats van elke verdieping

*) Centraal Proefstation der Staatsmijnen te Treebeek.

**) Bij de Staatsmijnen worden geen elektrische locomotieven gebruikt.

een inrijzijde voor volle wagens en een uitrijzijde voor lege wagens.

Behalve vervoer van kolen vindt ook nog personen- en materiaalvervoer plaats.

In fig. 1 is het sporenplan van een laadplaats weergegeven. D.m.v. pijlen is aangegeven op welke wijze volle treinen vanuit het mijnveld naar de schacht toekomen (inrijzijde volle wagens) en hoe lege treinen vanuit de schacht (uitrijzijde lege wagens) naar het mijnveld vertrekken.

In de wachtsporen worden de volle wagens tijdelijk opgeslagen, indien verwerking door de schacht niet direct kan plaatsvinden.

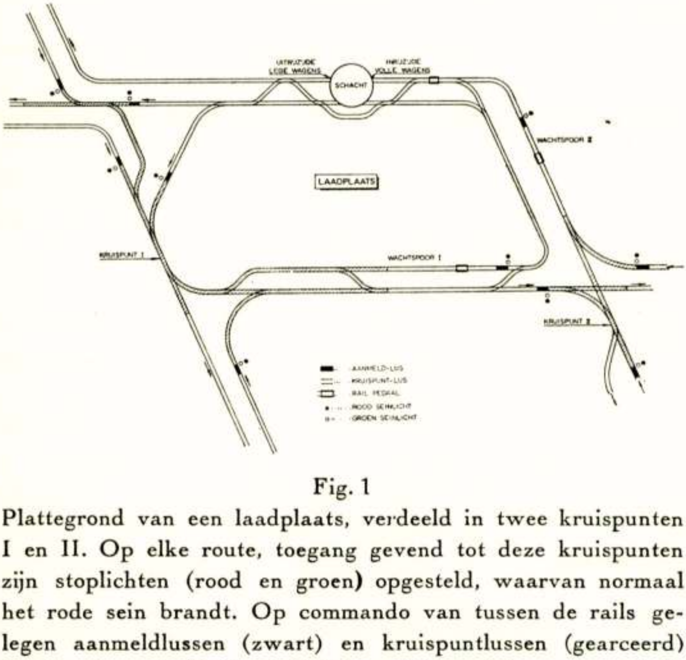


Fig. 1

Plattegrond van een laadplaats, verdeeld in twee kruispunten I en II. Op elke route, toegang gevend tot deze kruispunten zijn stoplichten (rood en groen) opgesteld, waarvan normaal het rode sein brandt. Op commando van tussen de rails gelegen aanmeldlussen (zwart) en kruispuntlussen (gearceerd) bepalen deze stoplichten het al dan niet doorrijden van een trein

Deze wachtsporen vormen dus a.h.w. een buffervoorraad voor de schacht.

Op de laadplaatsen is het dus een voortdurend komen en gaan van treinen met volle en lege wagens, personentreinen, materiaaltreinen, losse locomotieven etc. De regeling van dit vervoer geschiedt door een op een centraal punt in de laadplaats aanwezige telefonist-vervoersregelaar, bijgestaan door één of meer mobiele hulpkrachten, de z.g. laadplaatsmachinisten.

Het systeem, beschreven in dit artikel heeft ten doel de

werkzaamheden van deze vervoersregelaars (minimaal twee) op elke laadplaats te automatiseren. Tevens wordt de gehele vervoerssituatie van elke laadplaats centraal bovengronds op tableaus weergegeven. Voor een mijn met 4 verdiepingen betekent dit per dag (d.w.z. 3 diensten) een besparing van minimaal $[(4 \times 2) - 2] \times 3 = 18$ personen, wanneer met een maximale bezetting van 2 personen voor de centrale commandopost wordt rekening gehouden.

Bovendien zal door de invoering van dit systeem een betere overzichtelijkheid en daardoor efficiënter regelen van het vervoer mogelijk worden, zodat, behalve een besparing aan mandiensten tevens een besparing op het rollend materieel te verwachten valt.

2. **Voorwaarden voor een efficiënt vervoer op een laadplaats**

Teneinde het treinvervoer op een ondergrondse laadplaats zo efficiënt mogelijk te laten verlopen moet aan de volgende voorwaarden worden voldaan.

a. Op kruisingen van sporen (wissels) mogen treinen elkaar niet in gevaar brengen en/of blokkeren (kruispuntbeveiliging).

b. Wanneer de wachtsporen, bestemd voor het uitzetten van de volle wagens, bezet zijn, moeten eventuele volgende treinen met volle wagens buiten de laadplaats gehouden worden, daar anders de laadplaats voor verder verkeer geblokkeerd kan raken.

c. Wanneer een aanvankelijk bezet wachtspoor vrijkomt, moet een eventueel buiten de laadplaats wachtende volle trein direct naar dit wachtspoor kunnen doorkomen, indien de de te passeren kruispunten vrij zijn.

d. Treinen met lege wagens, vertrekkend naar het mijnveld dienen zo weinig mogelijk oponthoud te ondervinden, teneinde stoptijden der produktie-eenheden in het mijnveld door gebrek aan lege wagens, te voorkomen. Dientengevolge mogen deze treinen op onbezette kruispunten *niet* worden opgehouden wanneer, zoals dit bij volle treinen wel geschiedt, het wachtspoor bezet is. Bovendien moeten, bij gelijktijdige

aankomst op een kruispunt, lege treinen voorrang hebben boven volle.

e. Losse locomotieven, personentreinen etc. dienen op onbezette kruispunten ook niet te worden opgehouden indien het wachtspoor bezet is en moeten dientengevolge behandeld worden als „lege trein".

3. Grondgedachte v.h. verkeersregelingssysteem

Op grond van de voorwaarden genoemd in 2a t/m e kan men zich een laadplaats voorstellen, opgebouwd uit kruispunten met daarbijbehorende wachtsporen. Verder volgt uit de genoemde voorwaarden dat het laadplaatsvervoer in twee categoriën kan worden verdeeld, t.w.: volle en lege treinen, waarbij tot de laatste categorie tevens losse locomotieven, personentreinen etc. behoren.

De in fig. 1 weergegeven laadplaats is verdeeld in twee, gearceerd aangegeven, kruispuntcomplexen I en II*) met de resp. daarbij behorende wachtsporen I en II. De aan dit systeem ten grondslag liggende gedachte voorziet in de opstelling van een tweetal stoplichten (rood en groen) op elke route, toegang gevend tot een dezer kruispuntcomplexen waarbij het rode licht normaal brandt. Een trein, aangekomen bij een kruispunt, stopt voor het rode sein en meldt zich aan een automatiek (logische schakeling). Deze automatiek gaat nu na:

a. Indien het een *volle* trein betreft, of het kruispunt en/of wachtspoor bezet is. Is geen van beide bezet, dan wordt het stoplicht groen en kan de trein doorrijden. Is een van beide wel bezet, dan blijft het stoplicht rood en moet de trein vóór het kruispunt wachten.

b. Indien het een *lege* trein (resp. personentrein, losse locomotief etc.) betreft, of het kruispunt bezet is. Is het kruispunt niet bezet dan wordt het stoplicht groen en kan de trein doorrijden. Is het kruispunt wel bezet dan blijft het stoplicht rood en moet de trein wachten tot het kruispunt vrij

---

*) Alle kruispunten dichter bij elkaar liggend dan de max. treinlengte (ca. 150 m) zijn tot één kruispuntcomplex verenigd.

is, d.w.z. een voorgaande trein uit het kruispunt verdwenen is.

4. Meldingsmethode der treinen

Teneinde de onder 3 gegeven gedachtengang, *automatisch* te kunnen realiseren, is het nodig van een bepaalde trein vast te stellen:

a. de plaats waar hij zich bevindt;

b. de soort waaartoe hij behoort (vol of leeg).

Een methode waarbij dit mogelijk is, is in fig. 2 schematisch weergegeven. Op de locomotief wordt een zender met een, aan de overkant bevestigde, ferrietzendantenne aangebracht. Tussen de rails wordt een draadlus gelegd die aangesloten wordt op een elektronische lusontvanger.

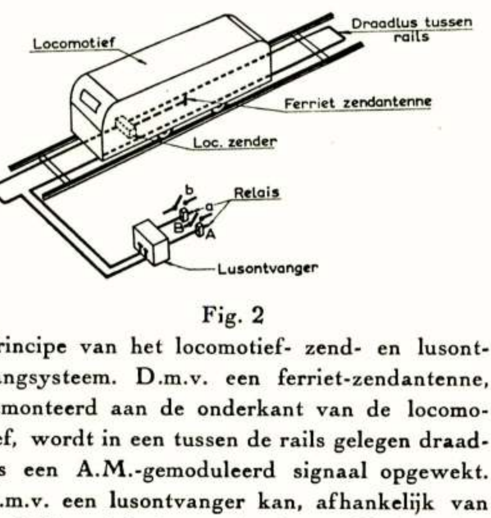


Fig. 2
Principe van het locomotief- zend- en lusontvangsysteem. D.m.v. een ferriet-zendantenne, gemonteerd aan de onderkant van de locomotief, wordt in een tussen de rails gelegen draadlus een A.M.-gemoduleerd signaal opgewekt. D.m.v. een lusontvanger kan, afhankelijk van de L.F.-modulatie van de draaggolf, het relais A of B worden opgebracht

Gedurende de tijd dat de zendantenne zich boven de draadlus bevindt, wordt hierin een elektrisch signaal opgewekt, dat na versterking een relais bekrachtigt. Op deze wijze is het mogelijk de plaats van een trein te bepalen. Onderscheid in treinsoort wordt gemaakt door de zenderdraaggolf (100 kHz). A.M. te moduleren met 4000 Hz (volle treinen) of 5000 Hz (lege treinen). Daartoe is in de cabine van elke locomotief een keuzeschakelaar aanwezig, welke door de locomotiefmachinist in de juiste stand kan worden gezet, afhankelijk van het feit of de betreffende locomotief volle of lege wagens trekt.

Door de lusontvanger nà de H.F. versterking en detectie te

voorzien van een tweetal L.F. filters (4000 resp. 5000 Hz.) is het aldus mogelijk om bij de aanwezigheid van een volle of lege trein aparte relais te bekrachtigen (A resp. B in fig. 2). Het bezetten van een kruispunt door een trein is nu eenvoudig mogelijk door in het gehele kruispunt complex (I of II in fig. 1) tussen de rails één draadlus, aangesloten op een lusontvanger te leggen. Gedurende de verblijftijd van de locomotief in het kruispunt zal het betreffende relais van de kruispuntlusontvanger bekrachtigd blijven en zodoende het kruispunt via de automatiek kunnen blokkeren voor andere treinen.

5. Principiële opbouw van het lussysteem en de relaisautomatiek; toepassing op een laadplaats

In fig. 3 is de principiële opbouw van het lussysteem weergegeven. Het kruispuntcomplex is hier schematisch aangegeven d.m.v. een grote cirkel, de daarin gelegen kruispuntlus d.m.v. een onderbroken cirkellijn. Op alle routes (enkellijnig getekend) toegang gevend tot het kruispunt zijn, vóór de stoplichten en tussen de rails aanmeldlussen (zwart) gelegd. Elke aanmeldlus overlapt de kruispuntlus bij het bijbehorende tweetal stoplichten, waarvan normaal het rode brandt.

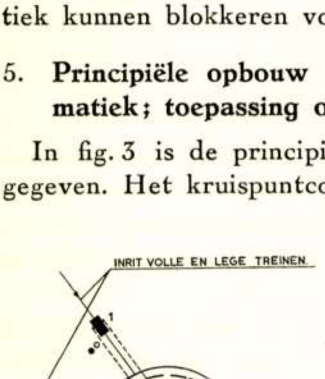


Fig. 3

Principiële opbouw van het lussysteem. Tussen de rails van het gehele kruispunt, schematisch aangegeven door een cirkel, is één gesloten draadlus, de kruispuntlus (onderbroken lijn) gelegd. Op alle inrijpunten zijn aanmeldlussen (zwart) en stoplichten aangebracht. De aanmeldlussen overlappen de kruispuntlus bij de inritten.

Een trein welke het kruispunt nadert, stopt voor het rode sein boven de aanmeldlus, waardoor plaats en soort van de trein bepaald worden. Op commando van de betreffende aanmeldlus bepaalt een relaisautomatiek of de trein al dan niet kan doorrijden, door het sein op groen te zetten of op rood te handhaven.

Bij doorrijden van de trein wordt de aanmeldlus verlaten en de kruispuntlus betrokken (beide situaties gaan overlappend in elkaar over); dientengevolge gaat het groene sein uit en het rode weer aan, terwijl bovendien op commando van de kruispuntlus de verdere toegang tot het kruispunt voor eventueel volgende treinen

geblokkeerd wordt. Het principe waarop de relaisautomatiek berust is in fig. 4 aangegeven.

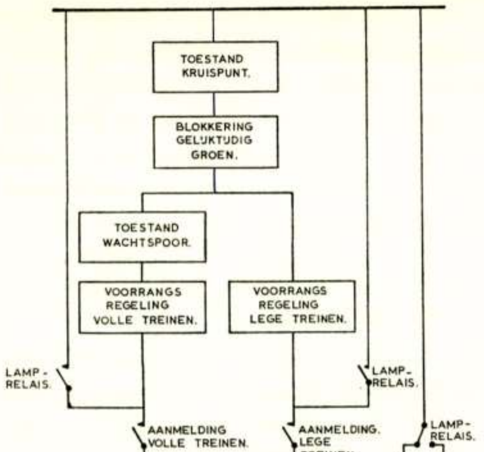


Fig. 4a

Blokschema van de relaiseenheid behorende bij een bepaalde inrit. Het lamprelais L kan bij een volle- resp. lege trein-aanmelding opkomen indien de diverse door blokken voorgestelde contactenschakelingen, een gesloten contact vormen. Dit lamprelais L schakelt het rode sein (Rd) uit en het groene sein (Gr) in.

De relaisautomatiek is zodanig van opbouw dat bij elk inrijpunt (1, 2 en 3 in fig. 3) een aparte eenheid behoort. Het tot deze eenheid behorende lamprelais schakelt het rode sein uit en het groene sein in, indien voor een trein, staande voor het inrijpunt waartoe het genoemde lamprelais behoort, voldaan is aan de oprijvoorwaarde(n).

Deze voorwaarden zijn in de vorm van contactenschakelingen opgenomen in de opkomtakken van het lamprelais. Aan de hand van fig. 4a, waar de diverse contactenschakelingen d.m.v. blokken*) zijn aangegeven, is gemakkelijk de gang van zaken na te gaan, indien b.v. een volle trein zich bij een inrit meldt.

Het relaiscontact „aanmelding volle treinen" van de betreffende aanmeldlusontvanger gaat dicht.

Indien nu:

a. het kruispunt vrij is (contactenblok „toestand kruispunt" gesloten);

b. geen andere trein reeds „groen" heeft (contactenblok „blokkering gelijktijdig groen" gesloten);

c. het wachtspoor vrij is (contactenblok „toestand wachtspoor" gesloten);

*) Deze blokken gedragen zich dus als een open of gesloten contact, afhankelijk van het open of dicht zijn van de diverse contacten in het blok.

d. geen andere treinen met voorrang aan het kruispunt aanwezig zijn (contactenblok „voorrangsregeling volle treinen" gesloten); dan komt het lamprelais op en houdt zichzelf over een eigen contact. Het rode sein (Rd) gaat uit en het groene (Gr) aan. Na oprijden van de trein wordt de aanmeldlus verlaten (lamprelais valt af; sein komt weer op rood) en de kruispuntlus bezet (contactenblok „toestand kruispunt" in alle eenheden open).

In fig. 4b is een voorbeeld met contacten aangegeven voor de eenheid behorende bij inrit nr. 1. Bij dit voorbeeld is er van uitgegaan dat lege treinen bij 2 en 3 (fig. 3) voorrang hebben op volle bij 1; volle bij 2 voorrang hebben op volle bij 1 en tenslotte dat lege bij 2 voorrang hebben op lege bij 1.

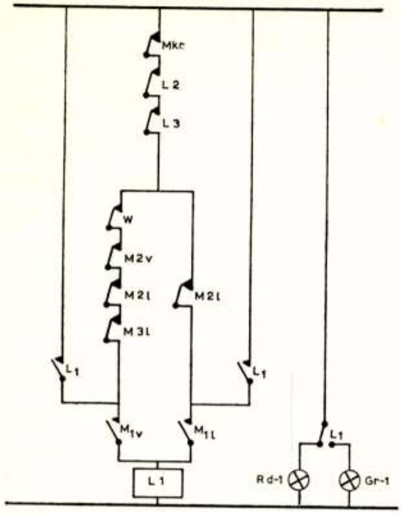


Fig. 4b
Voorbeeld van de relaiseenheid behorende bij de inrit 1 van fig. 3. Aangenomen is, dat lege treinen bij de inritten 2 en 3 voorrang hebben op volle bij 1; lege bij 2 voorrang hebben op lege bij 1 en volle bij 2 voorrang hebben op volle bij 1.

De contacten van de relais der aanmeldlusontvangers zijn aangegeven door de letter *M* met een index, waarvan het cijfer slaat op de inrit (1, 2 of 3 zie fig. 3) en de letter op „vol" (V), „leeg" (L) of „kruispunt" (Kr).

De contacten van de lamprelais der inritten 1, 2 en 3 zijn aangegeven met resp. L_1, L_2 en L_3.

W is het wachtspoorcontact dat gesloten resp. open is afhankelijk van het onbezet, resp. bezet zijn van het wachtspoor.

De seinlichten van inrit 1 zijn aangegeven door *Rd*-1 (rood) en *Gr*-1 (groen).

In fig. 1 is aangegeven op welke wijze het vervoer op een laadplaats m.b.v. het beschreven lussysteem volledig automatisch geregeld kan worden.

De aanmeld- en kruispuntlussen zijn aangegeven door zwarte rechthoekjes resp. gearceerde railtrajecten. De seinlichten bij de diverse inritten der kruispunten zijn aangegeven d.m.v. een zwart (rood sein) en wit (groen sein) cirkeltje.

Het bezet zijn van een wachtspoor moet aan de relaisautomatiek kenbaar gemaakt worden. Deze bezetmelding moet bovendien gehandhaafd blijven, wanneer de desbetreffende locomotief van de trein afgekoppeld wordt en wegrijdt.

Een bezetmelding d.m.v. het locomotief-zend- en lusontvangsysteem is hier dus niet mogelijk. Een bezetmelding, welke voortvloeit uit de aanwezigheid van de mijnwagens zelf, wordt verkregen d.m.v. een railpedaal, zijnde een detectie-orgaan dat door de wielen van een mijnwagen zodanig bereden wordt dat een elektrisch contact geopend wordt (Contact W in fig 4b).

Het wegrijden van een trein volle wagens uit het wachtspoor naar de schacht, geschiedt op commando van een railpedaal aan de inrijzijde van de schacht.

Dit railpedaal is op een zodanige plaats gelegd, dat het niet bedrukt zijn van dit pedaal het juiste min. aantal (afhankelijk van schachtcapaciteit en afstand tussen schacht en wachtspoor) volle wagens bij de schacht tot uitdrukking brengt.

7. Elektronische uitvoering van locomotiefzenders en lusontvangers

In fig. 5 is het blokschema van de locomotiefzender weergegeven. De zender bestaat uit een kristalgecontroleerde (± 12 Hz) 100 kHz oscillatortrap, welke via een stuurtrap en een eindtrap op een ferrietantenne is aangesloten. Het L.F.-modulatiesignaal wordt verkregen uit een LC-oscillator (Hartley), welke via een modulatortrap de 100 kHz draaggolf in de stuurtrap amplitude moduleert.

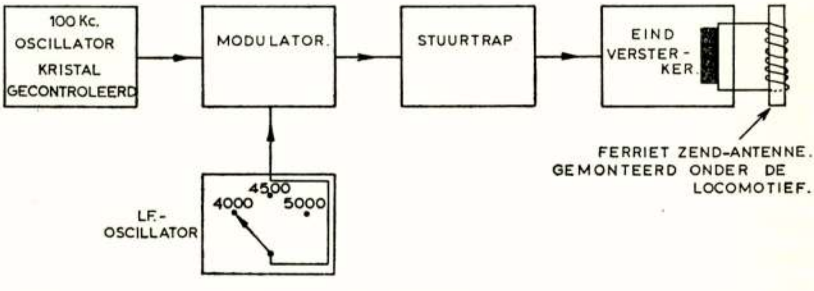


Fig. 5

Blokschema van de locomotiefzender.

De omschakelbare L.F.-oscillator is, op een voor de locomotiefmachinist gemakkelijk toegankelijke plaats in de cabine van de locomotief aangebracht

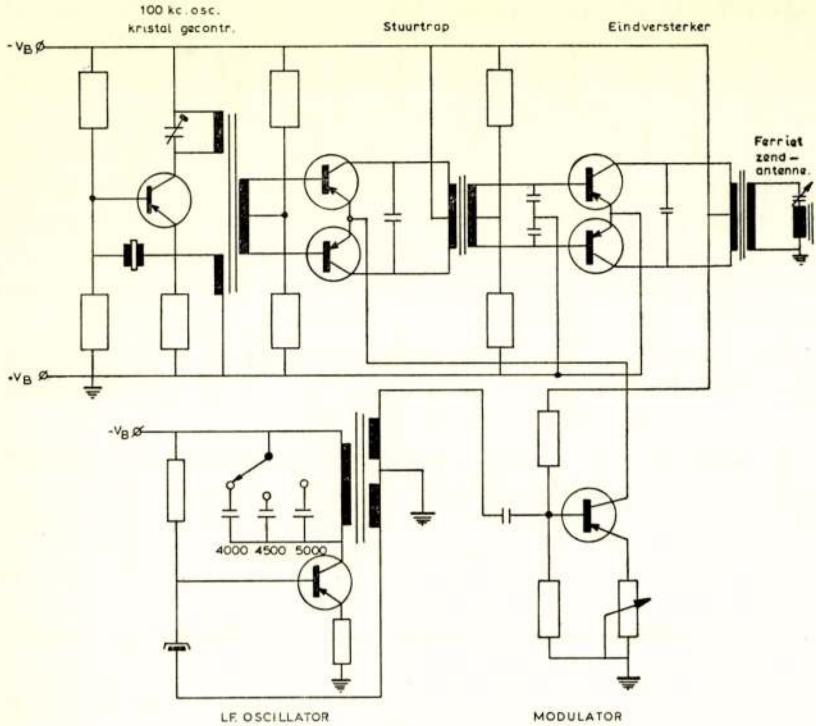


Fig. 6
Elektronische uitvoering van de locomotiefzender.
De voeding wordt verkregen uit een dynamo, welke op de locomotief voor de verlichting aanwezig is.

De L.F.-oscillator is d.m.v. een schakelaar omschakelbaar op de frequenties 4000 („vol"), 4500 en 5000 Hz („leeg"). Oscillator en omschakelaar bevinden zich op een voor de machinist gemakkelijk toegankelijke plaats in de cabine van de locomotief.

De frequentie van 4500 Hz is als reserve bedoeld, teneinde

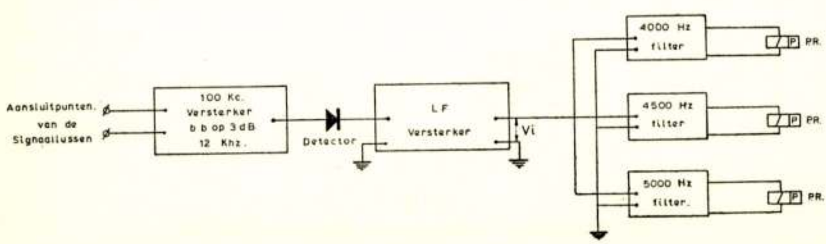


Fig. 7
Blokschema van de lusontvanger.

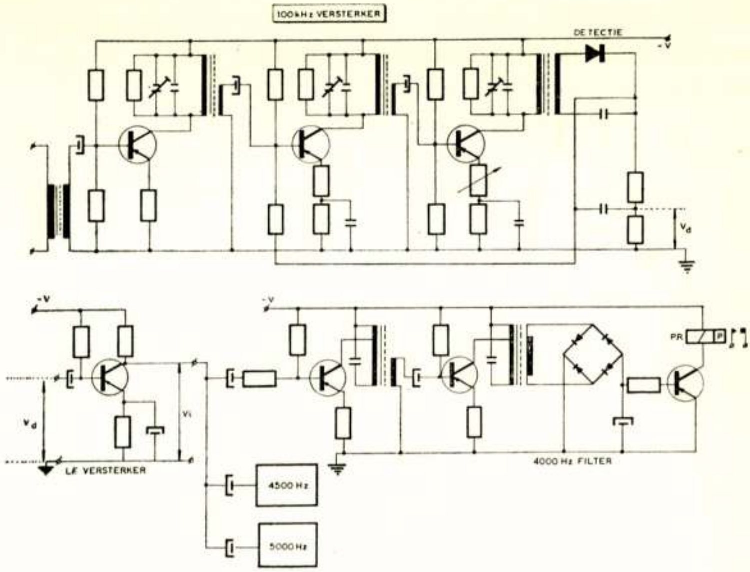


Fig. 8
Elektronische uitvoering van de lusontvanger.

bij een eventuele uitbreiding van de vervoerseisen over de nodige operationele flexibiliteit te beschikken.

In fig. 6 is de elektronische uitvoering van de zender weergegeven. Het geheel is getransistoriseerd uitgevoerd als gedrukte

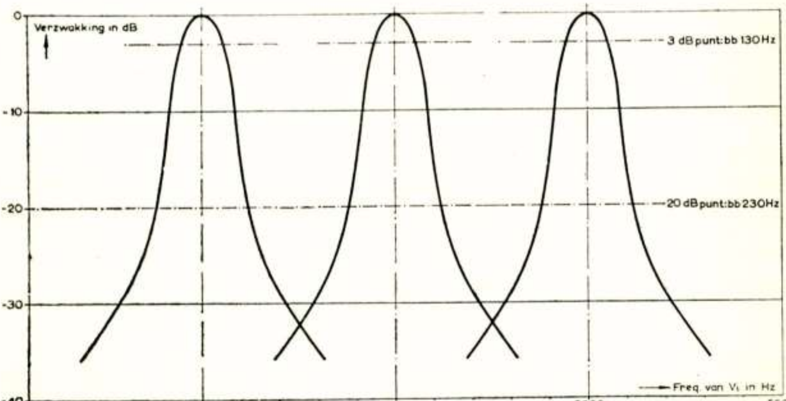


Fig. 9
Filterkarakteristieken van de 3 L.F.-filters.
Horizontaal is de frequentie van het filter-ingangssignaal V_i (zie fig. 7) uitgezet.

insteek-schakeling teneinde te kunnen voldoen aan ondergrondse eisen inzake mijngasveiligheid, robuustheid snelle uitwisselbaarheid, stof- en vochtbestendigheid.

In fig. 7 is het blokschema van de lusontvanger weergegeven. De ontvanger is opgebouwd uit een 3-traps 100 kHz-versterker („staggered tuned"; bandbreedte op 3 dB-punt 12 kHz), een detectietrap, een L.F.-versterkertrap, en 3 filters voor de fre-

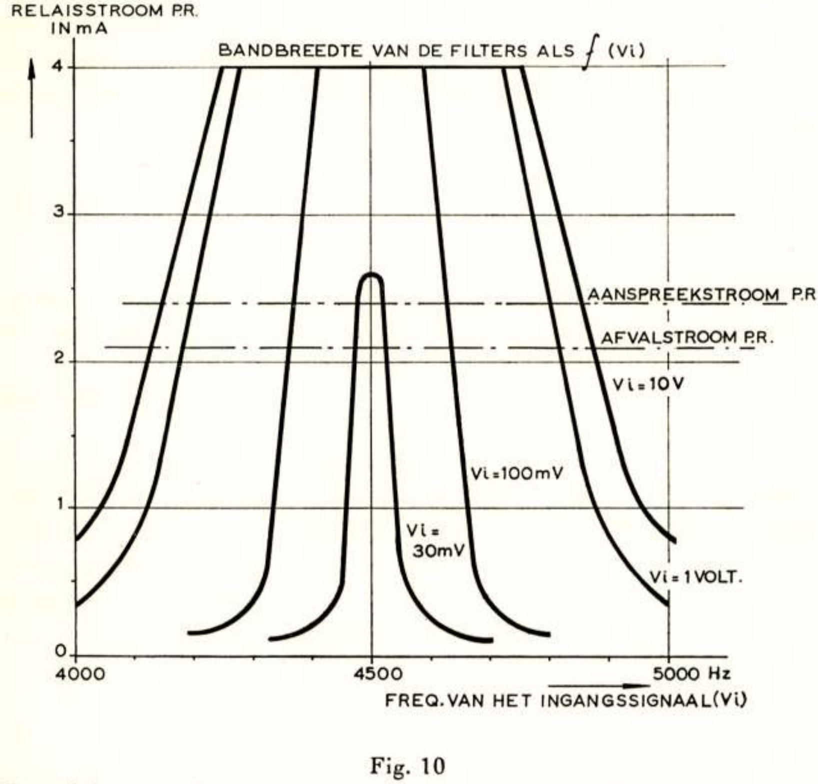


Fig. 10

De relaisstroom door het polaire relais P.R. (zie fig. 7) als functie van de frequentie van het 4500 Hz-filter-ingangssignaal V_i (zie fig. 7) met V_i als parameter. Een overbelasting van 50 dB is toelaatbaar zonder dat aangrenzende filters (4000 resp. 5000 Hz) aanspreken.

quenties 4000, 4500 en 5000 Hz met polaire relais P.R. als uitgang.

Fig. 8 geeft de elektronische uitvoering van de lusontvanger compleet met het 4000 Hz filter. Evenals de zender is ook de lusontvanger met transistors en gedrukte bedrading uitgevoerd.

In fig 9 is het verloop der 3 filterkarakteristieken aangegeven, terwijl in fig. 10 de stroom door het polaire relais P.R. (zie fig. 7)

als functie van de frequentie is uitgezet met als parameter de ingangsspanning V_i op het filter (zie fig. 7).

Uit fig. 10 volgt dat de filters ruim 50 dB overbelastbaar zijn zonder dat aanspreken van naburige kanalen kan optreden. Deze overbelastbaarheid der filters is van groot belang, daar door niet constant zijn van de afstand tussen zendantenne en lus (niet horizontaal liggen van de lus, onregelmatige bewegingen van de locomotief en dus zendantene), aanwezigheid van wissels en andere metalen objecten tussen de rails etc. etc., grote variaties in het ingangssignaal van de lusontvanger kunnen optreden. De voeding van de locomotiefzender wordt verkregen uit de dynamo op de locomotief welke voor de verlichting zorgt.

8. **Slotopmerkingen**

In het voorgaande is getracht om in grote lijnen het doel en principe van het automatisch vervoersregelingssysteem voor de ondergrondse laadplaatsen uiteen te zetten.

Slechts hoofdzaken en principes zijn aan de orde gesteld, teneinde kort en overzichtelijk te kunnen blijven.

Tenslotte stelt de schrijver er prijs op de heren ir. van Veen (chef Staf Ondergronds Staatsmijn Hendrik), ir. Hamer (Elektrotechnische Afdeling Centraal Bureau Staatsmijnen), P. P. J. Visser en J. W. Driesen (beiden van het Centraal Proefstation Staatsmijnen) te vermelden in verband met hun aandeel in het tot stand komen van het beschreven systeem.

Kernspinresonantie; principe en toepassing

door J. Smidt *)

Voordracht gehouden voor het Nederlands Radiogenootschap op 17 april 1962.

Summary

This article gives a simple exposition of the principle of nuclear spin resonance. Both the microscopic and the macroscopic view are dealt with.

A summary description is given of the principles and the design of a nuclear spin resonance spectrometer.

As an example of the practical application of the nuclear spin resonance technique, a description is given of the structural determination of 1^t-nitro-cyclopropane-1^c, 2^c dicarboxylic acid, preceded by a treatment of the chemical shift and the hyperfine splitting.

1. Inleiding

Het kernspinresonantie-onderzoek is één van die takken van wetenschap waarin de natuurkundige met behulp van vrij gecompliceerde elektronische apparatuur de scheikundige ter zijde kan staan bij het oplossen van diens problemen.

In het onderstaande worden op eenvoudige wijze in het kort de grondslagen behandeld van de kernspinresonantie, zoals deze wordt toegepast bij het structuuronderzoek van moleculen in de vloeistoffase. Tevens zal de apparatuur ter sprake worden gebracht alsmede een voorbeeld van toepassing. De lezer die zich nader van de kernspinresonantie op de hoogte wil stellen, zij verwezen naar Roberts[1]) (zeer eenvoudig; vloeistoffen), Jackman[2]) (vrij uitgebreid; vloeistoffen), Pople, Schneider en Bernstein[3]) (uitgebreid; vloeistoffen), Andrew[4]) (vrij uitgebreid; gassen, vloeistoffen en vaste stoffen) en Abragam[5]) (uitgebreid; gassen, vloeistoffen en vaste stoffen).

2. Principe van de kernspinresonantie

2.1. *Macroscopische beschouwing*

Zoals bekend is het atoom van het lichtste element, waterstof, opgebouwd uit een elektron en een kern welke proton wordt

*) Centraal Laboratorium, Staatsmijnen in Limburg, Geleen

genoemd. Dit proton bezit een massa, welke om een as roteert, tengevolge waarvan dit deeltje een impulsmoment bezit. Tevens heeft het proton een lading welke met de massa mee roteert en zodoende een kringstroompje en dus een magnetisch veld veroorzaakt. Dit magnetisch veld kan men zich evengoed afkomstig denken van een kleine magneet met een zeker magnetisch moment. Zowel dit magnetische moment als het impulsmoment van het proton zijn, hoewel uiterst klein, goed bekend en bedragen respectievelijk

$$4\pi \,.\, 1{,}41 \,.\, 10^{-33}\ JA^{-1}\ m \text{ en } 5{,}73 \,.\, 10^{-34}\ J \text{ sec.}$$

Protonen gedragen zich paramagnetisch, d.w.z. dat wanneer een grote hoeveelheid protonen zoals die b.v. in water voorkomen, in een uiwendig magnetisch $\underline{H_u}$ wordt gebracht, er per volume-eenheid een magnetisch moment $\underline{M}$ wordt geïnduceerd, dat evenwijdig is aan $\underline{H_u}$ en waarvoor geldt:

$$\underline{M} = \chi\, \underline{H_u}$$

In deze formule is χ de z.g. volumesusceptibiliteit, welke is gegeven door de uitdrukking:

$$\chi = \frac{N\mu^2}{k\,T} \qquad (1)$$

waarin: N = het aantal protonen per volume-eenheid

μ = het magnetische moment van het proton

k = de constante van Boltzmann ($1{,}38 \,.\, 10^{-23}\ J\,^\circ K^{-1}$) en

T = de temperatuur van het monster in $^\circ K$.

Het optreden van een magnetisch moment $\underline{M}$ per volume-eenheid impliceert dat er tevens een impulsmoment $\underline{J}$ per volume-eenheid aanwezig is, welke beide grootheden verbonden zijn door de betrekking:

$$\underline{M} = \gamma\, \underline{J} \qquad (2)$$

waarin γ de gyromagnetische verhouding wordt genoemd.

Stel nu dat we plotseling de richting van $\underline{H_u}$ zouden veranderen, zodat $\underline{M}$ en $\underline{H_u}$ een zekere hoek met elkaar gaan maken. Op de protonen wordt dan per volume-eenheid een koppel $\underline{M} \times \underline{H_u}$ uitgeoefend (zie figuur 1). De klassieke mechanica leert dat wanneer op een deeltje met een impulsmoment een koppel wordt uitgeoefend, de verandering per seconde van het impulsmoment gelijk is aan dit koppel. Er moet dus gelden:

$$\underline{M} \times \underline{H_u} = \frac{d\,\underline{J}}{dt}$$

of, met behulp van vergelijking (2):

$$\gamma \underline{M} \times \underline{H}_u = \frac{d\, \underline{M}}{dt} \qquad (3)$$

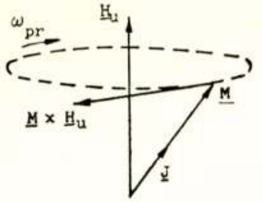


Fig. 1
De precessiebeweging van de protonen om het uitwendig veld $\underline{H}_u$

Uit figuur 1 en formule 3 is direct te zien dat $\underline{M}$ een precessie-beweging om $\underline{H}_u$ zal gaan uitvoeren met een eigen precessiefrequentie ω_{pr}, waarvoor geldt:

$$\omega_{pr} = \gamma H_u \qquad (4)$$

Na verloop van tijd zal deze precessiebeweging tengevolge van dempingsverschijnselen uitsterven en zal $\underline{M}$ weer evenwijdig zijn aan $\underline{H}_u$.

De precessiebeweging kan gemakkelijk weer op gang worden gebracht door een circulair gepolariseerd magneetveld dat in de precessiezin roteert met een hoekfrequentie ω waarvoor geldt:

$$\omega = \omega_{pr} \qquad (5)$$

Het op gang brengen van de precessiebeweging gaat des te moeilijker naarmate ω meer van ω_{pr} verschilt. We hebben dus te doen met een resonantieverschijnsel, waarbij de kernen tengevolge van het gelijktijdig bezitten van een magnetisch moment en een impulsmoment (spin) in precessie komen bij de resonantiefrequentie, hetwelk tot uitdrukking wordt gebracht in het woord "kernspinresonantie".

2.2. *Microscopische beschouwing*

Behalve naar wat met het resulterende magnetische moment per volume-eenheid gebeurt, kan men ook kijken naar wat gebeurt met het magnetische moment μ van het afzonderlijke proton. Op grond van kwantummechanische beschouwingen is bekend dat een proton in een magneetveld $\underline{H}_u$ slechts twee standen in kan nemen, nl. met het magneetveld mee of tegen het magneetveld in. Het energieverschil $\triangle E$ tussen de beide standen is gegeven door

$$\triangle E = 2\, \mu\, H_u$$

Verder beschrijft de kwantummechanica hoe een lineair gepolariseerd magnetisch wisselveld met frequentie ν, waarvan de magnetische vector loodrecht op $\underline{H}_u$ staat, het proton van de

ene stand in de andere kan brengen, en omgekeerd, mits de energie van de stralingskwanten $h\nu$ (h is de constante van Planck, welke gelijk is aan $6{,}62 \cdot 10^{-34}\, J$ sec.) juist gelijk is aan $\triangle E$. Er is dus weer sprake van een resonantieverschijnsel, hetwelk optreedt indien:

$$h\nu = 2\, \mu\, H_u \tag{6}$$

Daar voor de gyromagnetische verhouding γ geldt:

$$\gamma = \frac{4\pi\mu}{h}$$

zijn de uitdrukkingen (4) en (6) identiek en leiden de macroscopische en de microscopische beschouwingen tot dezelfde resonantievoorwaarden.

3. Het waarnemen van kernspinresonantie

3.1. *Principe*

Met behulp van de macroscopische beschouwingswijze kan de in figuur 2 geschetste opstelling voor het waarnemen van kernspinresonantie gemakkelijk worden begrepen.

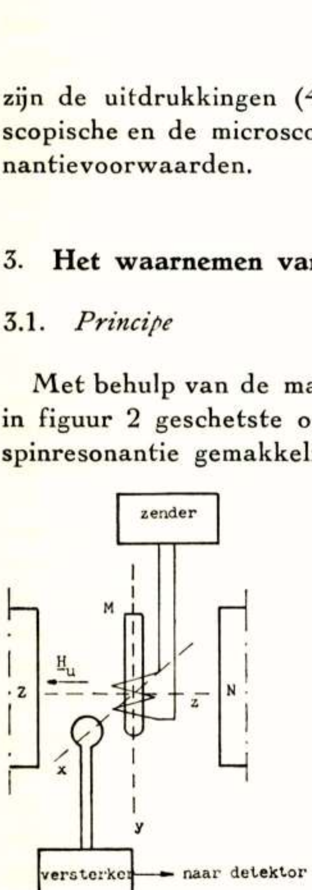


Fig. 2
De voornaamste elementen van een kernspinresonantiemeter (inductiemethode van Bloch)

De monsterhouder M waarin zich b.v. water bevindt wordt tussen de polen van een electromagneet geplaatst. Het in het water geïnduceerde magnetische moment stelt zich in de z-richting in. Een zender wekt in een spoel waarvan de as in de y-richting staat, een wisselstroom op met een constante frequentie ν. In de y-richting ontstaat dus een lineair gepolariseerd electromagnetisch wisselveld, dat ontbonden gedacht kan worden in een links- en een rechtsdraaiend circulair gepolariseerd veld. Het rechtsdraaiende veld heeft dezelfde rotatiezin als de op te wekken precessie van het magnetische moment (zie figuur 1), het linksdraaiende veld heeft een tegengestelde rotatiezin en heeft bij het opwekken van de precessie een te verwaarlozen invloed. Wordt nu het magneetveld H_u langzaam gevarieerd dan

zal op een gegeven ogenblik die waarde worden bereikt waarbij voldaan is aan de resonantievoorwaarde (4), zodat het geïnduceerde magnetische moment om de z-as gaat precederen. In het xy-vlak ontstaat dan een component van dit magnetische moment die met de hoeksnelheid ω_{pr} roteert en in de ontvangspoel, waarvan de as in de x-richting staat, een wisselspanning met frequentie ν opwekt, welke kan worden gedetecteerd. De in de ontvangspoel opgewekte spanning is in de praktijk in de orde van grootte van 0,1 tot 10 μV. Er is geen resonantie, dan wordt in de ontvangspoel geen spanning opgewekt vanwege de onderling loodrechte stand van de spoelen.

De in figuur 2 geschetste opstelling is voor het eerst met succes in 1945 toegepast door Bloch, Hansen en Packard[6]). Het is interessant te vermelden dat reeds in 1942 door de Nederlanders Gorter en Broer[7]) is gepoogd kernspinresonantie waar te nemen, zij het dan ook zonder succes.

3.2. *Uitvoering*

In ons laboratorium is een kernspinresonantiemeter van de firma Varian (Palo Alto, Californië) in gebruik, waarvan het blokschema in figuur 3 is gegeven.

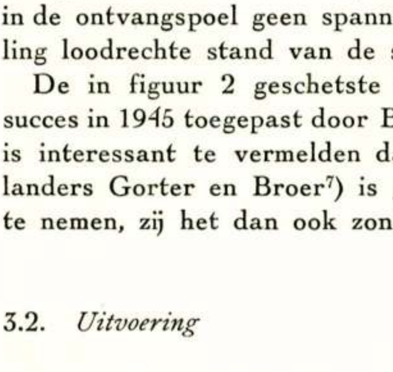


Fig. 3
Blokschema van de kernspinresonantie spectrometer

De zendspoel A is aangesloten op een 40 MHz-zender waarvan de frequentie met behulp van een kristal is gestabiliseerd en waarvan het vermogen instelbaar is. De ontvangspoel B is aangesloten op een 40 MHz-versterker, waarvan de uitgang, hetzij met een oscillograaf of een schrijvende meter, hetzij met de ingang van een fasegevoelige detector kan worden verbonden.

Het bij de frequentie van 40 MHz behorende magneetveld voor het waarnemen van protonresonantie is op grond van vergelijking (6) in de orde van grootte van $9400 \cdot 10^3/4\pi\ Am^{-1}$ *).

*) $10^3/4\pi\ Am^{-1} = 1$ oersted.

Bij het waarnemen van protonresonantie in vloeistoffen vindt men dikwijls zeer smalle resonantielijnen met een halfwaardebreedte in de orde van grootte van enkele tiende Am^{-1}. Om deze metingen mogelijk te maken moet het magneetveld een hoge mate van stabiliteit en van homogeniteit bezitten.

De variaties van het magneetveld worden met behulp van de gestabiliseerde voeding van de magneetstroom teruggebracht tot enkele tiende Am^{-1}, met de z.g. superstabilisator kunnen zij tot ongeveer 0,01 Am^{-1} worden gereduceerd. Deze superstabilisator is een gelijkspanningsversterker, waarvan de ingang is aangesloten op een deel van de spoelen D en de uitgang zodanig is verbonden met de rest van de spoelen D, dat veldveranderingen automatisch worden gecorrigeerd. Door op de ingang van deze versterker een kleine extra gelijkspanning te zetten, kan het magneetveld langzaam lineair met de tijd worden gevarieerd (snellere lineaire variatie van het magneetveld kan worden verkregen door de spoelen C te verbinden met de zaagtandgenerator).

De vereiste homogeniteit van het magneetveld wordt verkregen door de diameter van de poolschoenen groot (12") en de afstand tussen de poolschoenen klein ($1^3/_4$") te nemen.

Bij zeer visceuze vloeistoffen en bij vaste stoffen treden relatief brede resonantielijnen met een halfwaardebreedte van één of meer $10^3/_{4\pi}\,Am^{-1}$ op. De intensiteit van deze lijnen is zeer gering, zodat voor de onderdrukking van de ruis fasegevoelige detectie moet worden gebruikt. Hierbij wordt het magneetveld langzaam gevarieerd met behulp van de generator van de langzame zwaai, over een traject dat vele honderden $10^3/_{4\pi}\,Am^{-1}$ kan bedragen, terwijl tegelijkertijd op de spoelen C een sinusvormige wisselspanning wordt gezet welke in frequentie kan variëren tussen 20 en 400 Hz en in amplitudo tussen 35 en 0,035 . $10^3/_{4\pi}\,Am^{-1}$. Deze wisselspanning wordt eveneens toegevoerd aan de fasegevoelige detector. Het uiteindelijke signaal wordt geschreven met behulp van een schrijvende meter.

Tot nu toe is uitsluitend gesproken over de resonantie van protonen. In principe kan echter kernspinresonantie worden gemeten aan alle kernen met uitzondering van diegene waarvan zowel het aantal protonen als het aantal neutronen even is. Tot de "uitvallers" behoren dus o.a. de veel voorkomende elementen ^{12}C en ^{16}O. Enkele belangrijke elementen waaraan wel kernspinresonantie kan worden gemeten, zijn opgenomen in onderstaande tabel, waarin tevens de frequentie ν_r, waarbij zij in resonantie

komen wanneer het aangelegde magneetveld $10.000 \,.\, 10^3/_{4\pi}\, Am^{-1}$ bedraagt, is vermeld.

Element	ν_r in MHz bij $H_u = 10.000 \,.\, 10^3/_{4\pi}\, Am^{-1}$	Element	ν_r in MHz bij $H_u = 10.000 \,.\, 10^3/_{4\pi}\, Am^{-1}$
^1H	42,57	^{19}F	40,07
^2H	6,535	^{27}AL	11,10
^{11}B	13,67	^{31}P	17,24
^{13}C	10,71	^{35}CL	4,173
^{14}N	3,077	^{51}V	11,21

Teneinde deze kernen te kunnen waarnemen, hebben wij een zender gebouwd die de genoemde frequenties, afgerond op hele getallen, kan leveren.

4. De chemische verschuiving

In het bovenstaande is steeds over kernen gesproken en zijn de elektronen die de kernen omringen, geheel buiten beschouwing gelaten. Deze elektronen spelen echter een belangrijke rol en wel door hun diamagnetisme.

Leggen wij een uitwendig magneetveld H_u aan, dan veroorzaakt dit diamagnetisme van de elektronen ter plaatse van de kern een tegenveld σH_u, waarin σ de afschermingsconstante is. Daar het bij de resonantie aankomt op de waarde van het magneetveld ter plaatse van de kern, moeten wij vergelijking (6) dus te wijzigen tot:

$$h\nu = 2\,\mu\,H_u\,(1\text{-}\sigma) \qquad (7)$$

Dikwijls komt het voor dat een molecuul een aantal kernen van hetzelfde element bezit die op verschillende wijzen door de elektronen worden afgeschermd. Als voorbeeld nemen wij het protonresonantiespectrum van het methylmethoxyformiaat, waarvan de structuurformule in figuur 4 gegeven is.

Daar zuurstof een elektronenzuigende werking heeft, zullen de elektronen om de in dit molecuul voorkomende protonen iets worde weggetrokken, waardoor de waarde van σ vermindert. Omdat de verschillende protonen-bevattende groepen niet alle op dezelfde manier door zuurstof worden omgeven, zullen bovendien de waarden van σ voor de verschillende protonen verschillende

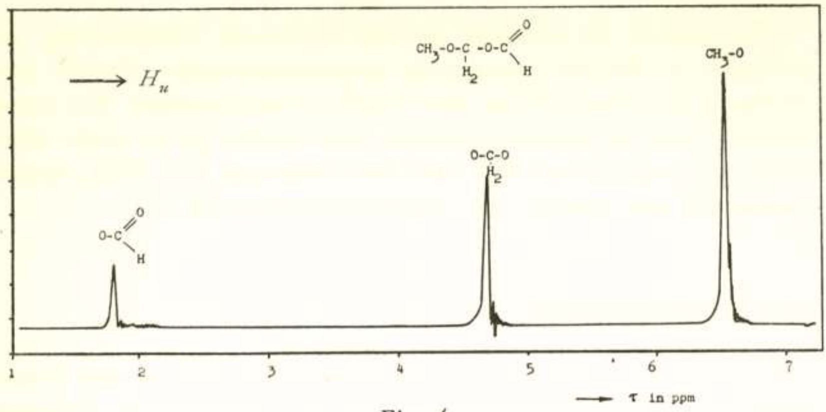


Fig. 4

Protonresonantiespectrum van methylmethoxyformiaat, opgenomen bij kamertemperatuur en 40 *MHz*. De plaats $\tau = 10\, ppm$ is een internationaal gefixeerd punt, nl. de resonantiepiek van de protonen van het $Si(CH_3)_4$.

waarden hebben. Daar een zuurstofatoom met een dubbele binding een sterkere elektronenzuigende werking op zijn onmiddellijke omgeving heeft dan een zuurstofatoom met een enkele binding, is te verwachten dat de waarde van σ in de reeks CHO, OCH_2O, CH_3O, steeds groter zal worden, zodat bij een vaste frequentie ν en een toenemend veld H_u eerst de CHO, daarna de OCH_2O en tenslotte de CH_3O-protonen in resonantie komen. Blijkens het in figuur 4 afgebeelde spectrum is dit inderdaad het geval.

Het verschijnsel dat er in de ligging van de resonantiepieken verschuiving kan optreden tengevolge van de chemische omringing van het atoom, waaraan de kernspinresonantie wordt gemeten, noemt men chemische verschuiving. De grootte van deze chemische verschuiving is slechts klein; voor het waterstofatoom heeft men berekend: $\sigma = 17{,}8 \cdot 10^{-6}$, zodat de maximale chemische verschuiving bij protonresonantie slechts 17,8 *ppm* (parts per million) van het hoofdveld kan zijn. In figuur 4 ziet men dat de afstand tussen de CHO en de CH_3O-pieken slechts 4,7 *ppm* bedraagt.

Verder is het de moeite waard om op te merken dat in figuur 4 duidelijk te zien is dat het oppervlak onder de pieken evenredig is met het aantal protonen, dat aan de resonantie deelneemt. Op grond van formule (1) was dit ook te verwachten. Men kan dus met behulp van kernspinresonantie niet alleen verschillende groepen kernen binnen een molecuul onderscheiden, maar ook kan men de verhouding van het aantal kernen die tot de verschillende groepen behoren, bepalen.

Met nadruk zij vermeld dat de chemische verschuiving, en eveneens de hierna behandelde hyperfijnstructuur slechts aan stoffen in de vloeistoffase kan worden waargenomen. De grote breedte van de resonantiepieken van stoffen in de vaste fase, welke als regel meer dan 100 *ppm* bedraagt (zie 3.2.), maakt gewoonlijk waarnemen van elk detail onmogelijk.

5. Hyperfijnstructuur

Kernspinresonantielijnen welke opgenomen zijn in zeer homogene magneetvelden, blijken dikwijls meer splitsing te vertonen dan men op grond van de te voorspellen chemische verschuiving zou verwachten. Een voorbeeld hiervan is het spectrum van het metadioxaan dat in figuur 5 is gegeven.

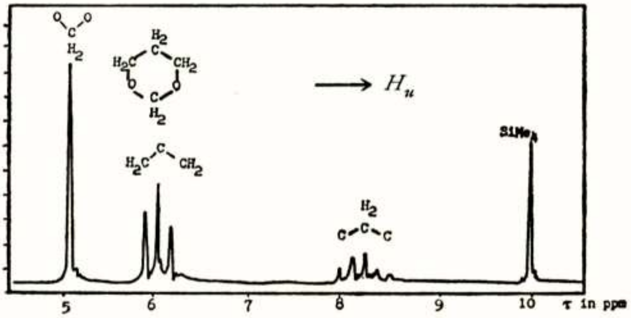


Fig. 5

Het protonresonantiespectrum van metadioxaan bij 40 MHz. Het tetramethylsilaan is als referentie ingebracht

Op grond van het in de vorige paragraaf vermelde omtrent de invloed van zuurstof op de chemische verschuiving zou men verwachten dat, gaande van een lager naar een hoger magnetisch veld, men achtereenvolgens een piek van de OCH_2O-groep, twee samenvallende pieken van de beide OCH_2C-groepen die chemisch equivalent zijn en een piek van de CCH_2C-groep zou vinden. Wel zijn de resonantiepieken van deze verschillende groepen duidelijk te onderkennen, maar als merkwaardigheid treedt op dat de pieken van de beide OCH_2C-groepen en van de CCH_2C-groep gesplitst zijn. Deze splitsing valt te begrijpen

wanneer wij het feit in rekening brengen, dat ter plaatse van een bepaalde kern niet alleen het uitwendige veld H_u en het diamagnetische veld σH_u werkzaam zijn, maar dat ook tengevolge van de aanwezigheid van naburige kernen die een magnetisch moment bezitten, er nog een extra inwendig veld h_i op kan treden, waardoor de resonantievoorwaarde (7) overgaat in:

$$h\nu = 2\mu \left[H_u (1\text{-}\sigma) + h_i \right] \quad (8)$$

Zo moeten we dus in het beschouwde voorbeeld bij de resonantie van de OCH_2C-protonen rekening houden met het inwendige veld tengevolge van de aanwezigheid van de CCH_2C-groep.

Daar op grond van de beschouwingen van paragraaf 2.2. elk van de beide CH_2-protonen in het uitwendige magneetveld twee standen in kan nemen, kan h_i drie waarden aannemen die, in een willekeurige eenheid uitgedrukt $+1$, 0 en -1 zijn (zie fig. 6).

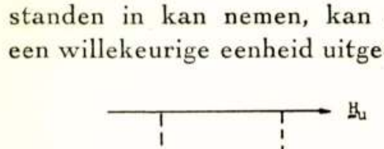


Fig. 6
De CH_2-groep in het magneetveld H_u

Bij een vaste waarde van de frequentie ν zijn er dus op grond van formule (8) drie waarden van H_u, waarbij de OCH_2C-protonen in resonantie komen. Daar de kans op het voorkomen van $h_i = 0$ twee maal zo groot is als de kans op het voorkomen van $h_i = +1$ en $h_i = -1$, zal de middelste van de drie lijnen twee maal zo sterk moeten zijn dan elk van de buitenste. Deze voorspelde hyperfijnstructuur is in eerste benadering in overeenstemming met wat blijkens fig. 5 werd gemeten.

Men kan gemakkelijk nagaan dat de resonantiepiek van een kern, die onder invloed staat van n onderling identieke protonen wordt gesplitst in $(n + 1)$ pieken, waarvan de intensiteiten zich verhouden als de binomiaalcoëfficiënten 1, n, $\frac{n(n\text{-}1)}{2!}$ enz. Dit maakt dus duidelijk waarom de CCH_2C-resonantie bestaat uit 5 lijnen.

In figuur 5 is te zien dat de verhouding van de intensiteiten van de drie pieken van de OCH_2C-groep niet precies $1:2:1$ is, evenmin als de intensiteiten van de vijf pieken van de CCH_2C-groep precies een verhouding van $1:4:6:4:1$ te zien geven. Dit komt omdat de binomiaalcoëfficiënten-regel slechts exact geldt, wanneer de chemische verschuiving groot is ten opzichte van de hyperfijnsplitsing. Zo geven protonen die equivalent zijn,

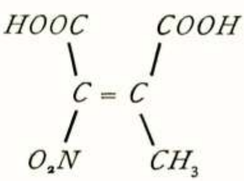
zoals b.v. de protonen van CH_2-groepen van het metadioxaan, geheel geen hyperfijnstructuur te zien tengevolge van het feit dat het ene proton een inwendig veld ter plaatse van het andere opwekt.

Er zij nog op gewezen dat men zich bij vloeistoffen het inwendige veld h_i niet mag denken als een dipoolveld, daar dipoolvelden door de voortdurende beweging van het molecuul geheel worden uitgemiddeld; wel kan men zich de voorstelling maken dat de bindingselektronen als het ware aan het ene proton het bericht overbrengen hoe een naburig, niet-equivalent proton, in het magneetveld georiënteerd is. Des te meer bindingselektronen bij deze berichtgeving moeten worden ingeschakeld, des te slechter komt dit bericht door. Vandaar dat de OCH_2O-groep praktisch geen splitsing vertoont tengevolge van de aanwezigheid van de OCH_2C-protonen.

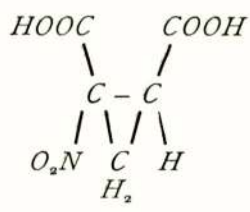
6. **Voorbeeld van toepassing**

Uit het bovenstaande zal het duidelijk zijn geworden dat een kernspinresonantiespectrum een hulpmiddel kan zijn bij de structuurbepaling van moleculen. Een praktijkvoorbeeld is het volgende:

Van een stof was niet bekend of de structuur moest worden voorgesteld door formule I of door formule II.



I



II

Zou structuur I juist zijn, dan zouden er twee typen protonen zijn, nl. enerzijds de equivalente protonen van de beide $COOH$-groepen en anderzijds de CH_3-protonen. Beide soorten protonen zijn ver van elkaar verwijderd, zodat het protonresonantiespectrum zou bestaan uit twee enkele lijnen. Zou de structuur II juist zijn, dan zouden er drie typen protonen zijn, nl. de equivalente protonen van de beide $COOH$-groepen, het CH-proton en de beide CH_2-protonen. Daar het CH-proton en

de CH_2-protonen op korte afstand van elkaar liggen zullen de resonantielijnen van deze groepen hyperfijnsplitsing te zien geven, welke voor het geval dat de chemische verschuiving groot is ten opzichte van de hyperfijnsplitsing, voor het CH-proton een triplet en voor de CH_2-protonen een doublet zou zijn.

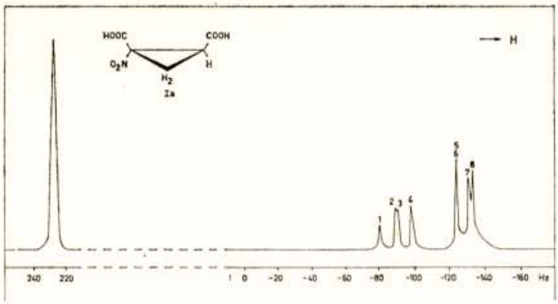


Fig. 7

Het protonresonantiespectrum van 1^t-nitrocyclopropaan -1^c, 2^c dicarboxylzuur bij 40 *MHz* [8]). Langs de horizontale as is de verandering van het uitwendig magneetveld uitgezet als een denkbeeldige verandering van de frequentie: 40 $Hz = 1\ ppm$. Het nulpunt van de schaal is de plaats waar de protonen van water een resonantiepiek zouden geven. In de structuurformule zijn de C-atomen in de ring weggelaten.

Het waargenomen spectrum (zie fig. 7) leert onmiddellijk dat structuur I uitgesloten is, terwijl het structuur II bevestigt: de linker scherpe piek is afkomstig van de $COOH$-protonen, de pieken 1, 2, 3 en 4 geven een vervormd triplet van het CH-proton te zien en de pieken 5, 6, 7 en 8 een vervormd doublet van de CH_2-protonen. De vervorming ontstaat doordat de chemische verschuiving niet zeer groot is ten opzichte van de hyperfijnsplitsing.

LITERATUUR

1. J. D. Roberts, Nuclear magnetic resonance, McGraw Hill, 1959.
2. L. M. Jackman, Nuclear magnetic resonance spectroscopy, Pergamon Press, London, 1959.
3. J. A. Pople, W. G. Schneider en H. J. Bernstein, High-resolution nuclear magnetic resonance, McGraw Hill, 1959.
4. E. R. Andrew, Nuclear magnetic resonance, University Press, Cambridge 1956.
5. A. Abragam, The principles of nuclear magnetism, Clarendom Press, Oxford 1961.
6. F. Bloch, W. W. Hansen en M. E. Packard, Phys. Rev. 69, 127 (1946).
7. C. J. Gorter en L. F. Broer, Physica 9, 591 (1942).
8. J. Smidt en Th. J. de Boer, Rev. trav. chim. 79, 1235 (1960).

Manuscript ontvangen 4 juni 1961.

FM-ZENDERS OP ANDERE KANALEN

Met ingang van 1 september 1962 zijn zeer vele FM-zenders in Europa op een ander kanaal gaan uitzenden. Hierbij waren ook de Nederlandse FM-zenders betrokken, in verband met ondervonden storingen bij de ontvangst van televisie werden m.i.v. 15 september nog enige correcties ingevoerd.

De wijzigingen vloeien voort uit het van kracht worden van de bepalingen, die zijn vervat in de ook door Nederland ondertekende overeenkomst, gesloten op de Europese Omroepconferentie, die in de zomer van 1961 in Stockholm werd gehouden.

Tegelijk met de toewijzing van nieuwe kanalen voor de verschillende zenders wordt ook een geheel nieuwe kanaalnummering ingevoerd.

Hieronder volgt een overzicht van de oude situatie en van die na 15 september 1962:

	Oude frequentie	Nieuwe frequentie	Nieuwe *) kanaal-nummering	Kanaal *) volgens oude nummering
Hoogezand I	94.90 MHz	94.90 MHz	kan. 74	kan. 26+
Hoogezand II	97.60 MHz	97.45 MHz	kan. 100—	kan. 35—
Hulsberg I	95.10 MHz	92.10 MHz	kan. 46	kan. 17
Hulsberg II	97.50 MHz	95.30 MHz	kan. 78	kan. 28—
Irnsum I	88.20 MHz	93.95 MHz	kan. 64+	kan. 23+
Irnsum II	97.20 MHz	98.95 MHz	kan. 114+	kan. 40—
Lopik I	92.60 MHz	92.60 MHz	kan. 51	kan. 19—
Lopik II	96.80 MHz	96.80 MHz	kan. 93	kan. 33—
Markelo I	96.20 MHz	91.40 MHz	kan. 39	kan. 15—
Markelo II	98.30 MHz	96.20 MHz	kan. 87	kan. 31—
Mierlo I	93.50 MHz	90.90 MHz	kan. 34	kan. 13
Mierlo II	99.90 MHz	94.50 MHz	kan. 70	kan. 25

*) De aanduiding + betekent een kleine afwijking van het kanaalnummer naar boven en — een kleine afwijking naar beneden.

Bezitters van toestellen met een FM-band zullen bij het afstemmen op de Nederlandse FM-zenders rekening moeten houden met de in de laatste kolom vermelde kanalen volgens de oude nummering.

CONGRESSEN E.D.

Composants Electroniques.

Van 8—12 februari 1963 wordt in Parijs gehouden de 6e Salon International des Composants Electroniques.

Organisatie: Société pour la Diffusion des Sciences et des Arts, 23 Rue de Lübeck, Paris (XVI).

Symposium on Humidity and Moisture.

Van 20—23 mei 1963 wordt in Washington dit internationale symposium gehouden. Voorzitter van het voorbereidend comité is Arnold Wexler, p/a National Bureau of Standards, Washington 25 D.C.

BOEKBESPREKINGEN

Television Engineering. Volume Four: General Circuit Techniques, by S. W. Amos and D. C. Birkinshaw. Iliffe Books Ltd. 1962. 278 blz., 175 figuren. Afm. 8¾" x 5½". Prijs 35 sh.

Dit 4e en laatste deel van een leerboek over televisietechniek maakt deel uit van een cursus, in de eerste plaats opgezet voor leden van de technische staf van de B.B.C., maar kan evenals de andere 3 delen ("Camera Tubes", "Video

Amplifiers" and "Waveform Generation") van bijzonder groot nut zijn voor allen die te maken hebben met de televisietechniek in en rond de televisiestudio. In dit 4e deel "General circuit techniques" worden enkele onderwerpen behandeld die men vooral in studioapparatuur tegenkomt en die men niet gemakkelijk ergens anders zo bij elkaar behandeld zal vinden. We willen hier volstaan met het noemen van enkele hoofdstukken: frequency dividers, clamping and restoration, gamma-control amplifiers, delay lines, equalisers, field- and line output stages. In het algemeen worden de onderwerpen kort maar goed ingeleid en bijzonder duidelijk behandeld, zeker niet uitputtend. Er worden vele principe- en praktische schema's gegeven waarbij vaak de essentiële ontwerp berekeningen worden behandeld. Achter enkele hoofdstukken is een appendix toegevoegd waarin enigszins uitvoeriger wordt gerekend, hetgeen de leesbaarheid van de tekst ten goede komt. Afgezien van enkele, overigens niet hinderlijke, wat slordige formuleringen is het geheel zorgvuldig geschreven in een eenvoudig Engels. In deze 2e druk is het hoofdstuk over de horizontale afbuiging uitgebreid. De literatuur opgave is wel wat summier.

G. J. L.

"Colour Television, the N.T.S.C. System", by P. S. Carnt and G. B. Townsend. London, Iliffe Books Ltd., 1961. 487 blz., 233 figuren. Afm. 8¾" x 5½". Prijs 85 sh.

Dit boek behandelt de principes van en de apparatuur gebruikt bij kleurentelevisie volgens het N.T.S.C. systeem (Zie Tijdschr. N.R.G. 24, 255-272 (1959). In het bijzonder wordt de Britse 405-lijnen versie van dit systeem behandeld. De behandeling is op middelbaar technisch niveau, enkele mathematisch wat moeilijkere kwesties worden in 8 appendices aan het eind van het boek toegevoegd. Het gedeelte van het boek over algemene zaken en vooral over de apparatuur aan de zendkant is tamelijk summier en soms wat onvolledig. De ontvanger wordt veel uitvoeriger behandeld. Het geheel is een zeer goed leesbaar boek geworden dat dienst kan doen als eerste inleiding tot de kleurentelevisie.

Een nadeel is dat er weinig referenties naar andere literatuur gegeven worden en dat bij sommige kwesties de m.i. niet geheel gefundeerde persoonlijke mening van de schrijvers op de voorgrond wordt gesteld. Dit is in het bijzonder het geval bij bespreking van de voor- en nadelen van negatieve versus positieve modulatie en van AM versus FM geluid. Als geheel is het echter zeker een aan te bevelen inleiding tot de principes en techniek van de kleurentelevisie.

F. W. de V.

Television Receiver Servicing. Volume two: Receiver and power supply circuits by E. A. W. Spreadbury. Iliffe Books Ltd. 1962. 465 blz. Afm. 8¾" x 5½". Prijs 35 sh.

Het boek is uitgesproken bedoeld voor de man die zich bezighoudt met de service van televisieontvangers. Alle funkties die in een ontvanger worden verricht passeren de revue in vele mogelijke uitvoeringen, toegelicht met schema's en foto's, zoals die voorkomen in de diverse in Engeland op de markt zijnde fabrikaten. Behalve deze uitgebreide informatie worden ook talloze praktische handigheden en werkwijzen voor het opsporen van fouten beschreven. In deze 2e druk zijn vele hoofdstukken belangrijk uitgebreid en enkele nieuwe toegevoegd zoals kanalenkiezers en gedrukte bedrading. Een bijzonder waardevol boek voor allen die met de praktijk van de televisieontvanger te maken hebben. In het boek komen geen berekeningen en formules voor. Een gedegen radiotechnische kennis wordt bij het gebruik van het boek verondersteld.

G. J. L.

Elements of electronic circuits, by J. M. Peters. Iliffe Books Ltd. en John Wiley & Sons, New York, 1962. 98 blz., 131 figuren. Afm. 10" x 7½". Prijs 21 sh.

De schrijver van dit boek heeft de bedoeling gehad een verzameling elementaire schakelingen te geven met een eenvoudige verklaring van hun werking zonder veel wiskunde en is in de opzet aardig geslaagd. Het resultaat is min of meer een prentenboek, waarin men op voornamelijk puls-gebied een aantal weliswaar

niet erg nauwkeurige, maar goed werkende zeer eenvoudige schakelingen aantreft met plaatjes van hun gedrag op verschillende punten. De tekst geeft goede verklaringen van wat er in de schakelingen gebeurt en eventueel verdere gegevens. Bij deze laatste moet men in het oog houden, dat zij soms niet exact zijn, maar benaderd. De aanwijzingen, waarop men moet letten om een goede werking te waarborgen, zijn waardevol.

J. Z. van Z.

Inleiding in de electronica, twee delen, door Drs. E. van Alphen en A. C. J. de Lang. N.V. Nijgh en van Ditmar, 's-Gravenhage en Spruyt, van Mantgem en De Does N.V., Leiden, 1962. Afm. 15 x 23 cm. Prijs ƒ 18,— (deel I) en ƒ 24,— (deel II).

Van dit boek verscheen een tweede druk, die aanzienlijk is uitgebreid in vergelijking met de eerste, zelfs met een auteur. De schrijvers hebben, volgens de aankondiging, wel naar volledigheid gestreefd, maar zich anderszins afgevraagd, voor welke groepen van gebruikers de inhoud geschikt moest zijn. Men kan niet ontkomen aan de indruk, dat zij, wat dit laatste betreft, hun doel voorbijschoten. Het streven naar in dit vak toch niet bereikbare volledigheid komt vooral tot uiting in het eerste deel, dat een groot aantal specialistische elementen behandelt, die dan ook in het meer elektronische tweede deel niet meer gebruikt worden. De vrees is gerechtvaardigd, dat degene, die in de elektronica wil worden ingeleid, in het eerste deel al gauw door de bomen het bos niet meer ziet en zelfs de lier maar aan de wilgen hangt. Het is, alsof men van gegadigden voor een rijbewijs zou verlangen, dat zij eerst de constructie van scooters, motorfietsen, gewone auto's, racewagens, autobussen en vrachtwagens gingen bestuderen, alvorens de hand aan het stuurwiel van hun Dafje te mogen slaan. Uit deze vergelijking volgt dan tevens de verdienste, die het eerste deel wel bezit: Het is inderdaad tamelijk volledig en daardoor geschikt voor degene, die, reeds enigszins in de elektronica thuis, even iets te weten wil komen over speciale onderwerpen.

Ook bij de in het tweede deel behandelde onderwerpen is een streven naar volledigheid merkbaar, maar de auteurs hebben zich in de keuze van die onderwerpen beter weten te beperken. Dit deel is daardoor leesbaarder en voldoet meer als „inleiding in de elektronica" dan het eerste, hoewel het toch ook weer voornamelijk geschikt is als opzoekwerk voor enigszins ingewijden. Hierbij moet worden opgemerkt, dat de volledigheid meer gericht is op feitelijke gegevens dan op elektronische principes en inzichten. Die komen er vrij slecht af, ook in de behandeling en de berekeningen laten, waarschijnlijk door de wijze van drukken, aan overzichtelijkheid te wensen over. Dat het boek de gebruikelijke onjuistheden bevat mag niet onvermeld blijven, maar ook niet te zwaar worden aangerekend.

Ze zijn zo algemeen ingeburgerd, dat ze nauwelijks nog iemand opvallen. Ze te zoeken is een aardige hersengymnastiek.

J. Z. van Z.

Uit het Nederlands Radiogenootschap

WIJZIGING REGLEMENT EXAMEN VOOR RADIOTECHNICUS

Op grond van een besluit van het bestuur van het Nederlands Radiogenootschap zal een wijziging van het reglement voor het *examen voor Radiotechnicus* worden ingevoerd.

Deze wijziging betreft hoofdzakelijk de organisatie van het examen, maar heeft ook enige consequenties voor de opleiding.

Zij zal van kracht worden op een nog nader te bepalen datum na het verschijnen van een herziene en gewijzigde druk van het boekje Exameneisen en Reglementen voor de examens Radiotechnicus en Radiomonteur. Voorlopig — en wel voor het jaar 1963 — zullen de examens voor Radiotechnicus worden afgenomen volgens een overgangsregeling. Deze overgangsregeling houdt het volgende in:

Het examen voor Radiotechnicus zal in twee afzonderlijke delen worden gesplitst. Het eerste deel omvat in hoofdzaak de theoretische grondslagen en zal uitsluitend schriftelijk worden afgenomen.

Het tweede deel omvat de rest van de stof en zal uitsluitend mondeling worden afgenomen. Alleen de candidaat die met gunstig gevolg het eerste deel van het examen heeft afgelegd, kan worden toegelaten tot het tweede gedeelte. De overgangsregeling laat, in tegenstelling tot de in ontwerp zijnde nieuwe regeling, toe dat de candidaat onmiddellijk kan worden toegelaten tot het afleggen van het tweede deel. In de toekomst zal hiervoor een termijn van minimaal een half jaar en maximaal twee jaar worden ingevoerd. Volgens de overgangsregeling kan dus een candidaat, die geslaagd is voor het eerste gedeelte, nog kiezen of hij in dezelfde examenperiode (b.v. voorjaar) dan wel in een volgende (echter binnen 2 jaar) aan het tweede gedeelte zal deelnemen.

Het examen eerste deel omvat uitsluitend de stof, genoemd in de exameneisen (uitgave april '59) onder A, theoretische gedeelte en de stof, genoemd onder B, technische gedeelte Ia 1 en Ia 2, handelende over de theorie van buizen en transistoren.

De rest van de stof zal uitsluitend mondeling worden geëxamineerd op het tweede deel van het examen.

Op dit mondelinge examen zal niet expliciet worden teruggekomen op de stof van het eerste deel.

Art. 10 van het reglement zal uiteraard gewijzigd moeten worden. Een gewijzigd art. 10, dat zal gelden tijdens de overgangsperiode, wordt tijdig bekend gemaakt.

Art. 1 van het reglement blijft tijdens de overgangsperiode onveranderd van kracht. Volgens de overgangsregeling zal dit betekenen dat hij, die slaagt voor het eerste deel, aan het 2e deel kan deelnemen zonder opnieuw examengeld te betalen, ook wanneer dit 2e deel later zal worden afgelegd.

De indeling van het schriftelijk examen (1e deel) en van het mondeling examen (2e deel) zal nog nader worden geregeld. Deze regeling zowel als het gewijzigde art. 10 worden tijdig bekend gemaakt.

VERSLAG VAN HET EXAMEN VOOR RADIOTECHNICUS, RADIO-MONTEUR EN TELEVISIE-TECHNICUS GEHOUDEN IN HET VOORJAAR 1962

De schriftelijke examens werden gehouden op 9 en 16 april 1962. De mondelinge examens vonden plaats op 21, 22, 28, 29 mei, 4, 5, 13, 14, 18, 19 en 26 juni 1962. Wegens het gering aantal candidaten (3) werd het examen voor televisie-technicus op één dag afgenomen.
Het resultaat van het examen is hieronder vermeld.

SCHRIFTELIJK

	deelgenomen	vrijstelling	afgewezen
radiotechnicus	275	—	147
radiomonteur	243	—	108

MONDELING

	deelgenomen	afgewezen	herexamen	geslaagd
radiotechnicus	128	40	18	70
radiomonteur	135	49	10	76
televisie-technicus	3	1	—	2

HEREXAMEN

	deelgenomen	afgewezen	geslaagd
radiotechnicus	7	—	7
radiomonteur	6	2	4

De WERA-fonds examen prijs werd behaald door de heer G. P. J. van Schaik uit Austerlitz.

NIEUWE LEDEN

Ir. H. C. Aalbers, Wesselmanlaan 26 D5, Helmond.
A. J. Berkhout, Veenendaalkade 364, Den Haag.
A. Blankvoort, Pr. Mariannelaan 310, Voorburg Z.H.
H. W. Elsborg, Klimopstraat 99, Den Haag.

VOORGESTELDE LEDEN

Ir. B. Blommendaal, Westerbaan 18, Noordwijk (Ned. Radar Proefstation).
Ir. J. C. Kok, Juffermanstraat 80, Oegstgeest (LEOK).
Ir. J. J. M. Koning, Frans Halskade 223, Rijswijk Z.H. (fa. Koning en Hartman).
Ir. L. R. Nieuwkerk, Tomatenstraat 89, Den Haag (T.H.-Delft).
Ir. D. W. Rollema, Herenstraat 53, Voorburg Z.H. (v. d. Heem N.V.).
B. E. Westerman, Kon. Wilhelmina Boulevard 27, Noordwijk aan Zee (Ned. Radar Proefstation).

NIEUWE ADRESSEN VAN LEDEN

Dr. Ir. S. Duinker, Grünewaldstrasse 11, Hamburg-Bahrenfeld, W.-Deutschland.
Prof. Dr. Ir. J. C. Francken, van Houtenlaan 218, Groningen.
J. A. Geefkes, Poortakker 1, Knegsel gem. Vessem (N.B.).
Ir. S. J. Hellings, Schapendrift 47, Laren N.H.
A. de Jong, Burg. Velthuijsenlaan 32, Leidschendam.
Ir. B. F. Jurgens, Le Sage ten Broeklaan 94 III, Eindhoven.
Drs. H. P. Th. van Lohuizen, Prinses Beatrixlaan 14, Voorburg (Z.H.).
Ir. W. F. Njio, Prinses Beatrixplantsoen 30, Bussum.
Dr. Ir. N. Rodenburg, Hoflaan 13, Hilversum.
Ir. S. W. J. Serlé, Dr. H. Colijnlaan 53, Rijswijk Z.H.
Ir. G. J. Slot, Schout van Eyklaan 24, Leidschendam.
B. Swets, Hazelaarlaan 37, Hilversum.
Dr. N. C. de Troye, Leeuweriklaan 10, Riethoven.
Ir. H. H. van der Ven, Liviuslaan 51, Eindhoven.
Ir. J. N. Vos, Leeuwenbeklaan 12, Son N.B.
H. G. de Vries, Ing., Willem Klooslaan 19, Eindhoven.
M. C. Vrolijk, Jan Bollandlaan 16, Eindhoven.
Ir. C. J. Wustenhoff, Kam. Onneslaan 30, Enschede.

Dit nummer werd gedrukt op 23 oktober 1962